

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 3641716 A1**

⑳ Aktenzeichen: P 36 41 716.5
㉑ Anmeldetag: 6. 12. 86
㉒ Offenlegungstag: 16. 6. 88

㉓ Int. Cl. 4:
G 01 N 21/53
B 05 B 1/34
G 01 N 15/08
// G 01 F 1/00

DE 3641716 A1

Behördeneigenthum

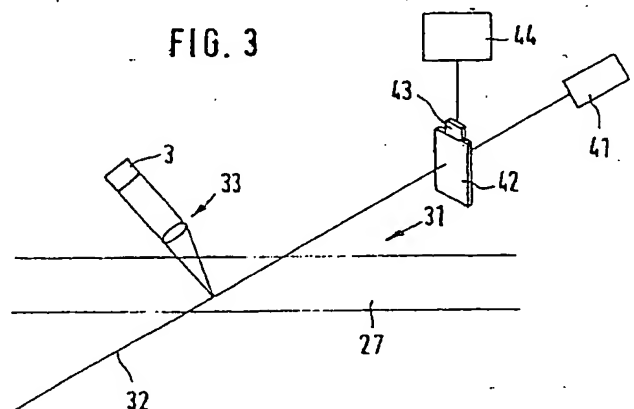
㉔ Anmelder:
Palas GmbH Partikel- und Lasermeßtechnik, 7500
Karlsruhe, DE

㉕ Vertreter:
Lichti, H., Dipl.-Ing.; Lempert, J., Dipl.-Phys.
Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 7500 Karlsruhe

㉖ Erfinder:
Mölter, Leander, Dipl.-Ing. (FH), 7514
Eggenstein-Leopoldshafen, DE; Mölter, Wolfgang,
Dipl.-Phys.; Munzinger, Friedrich, 7500 Karlsruhe, DE

㉗ Verfahren und Vorrichtung zum Untersuchen einer Partikel enthaltenden Strömung

Die Erfindung bezweckt die Verbesserung von Verfahren und Vorrichtungen zum Untersuchen von Partikeln enthaltenden Strömungen, wie Aerosolen, insbesondere im Zusammenhang der Prüfung von Filtern durch Streuung von Licht an den Teilchen der Strömung. Zur Verbesserung der Streulichtintensität und Ermöglichung einer Partikelgrößen-Analyse über den Strömungsquerschnitt sieht die Erfindung bei einem entsprechenden Verfahren vor, daß die Strömung über das Meßvolumen von einem Lichtstrahl abgetastet und durch beleuchtete Partikel erzeugte Streustrahlen gemessen werden, während eine hierzu einzusetzende Vorrichtung gekennzeichnet ist durch eine Meßzelle (31) für die Strömung mit einer Beleuchtungseinrichtung (41, 42, 43, 44), die eine Lichtquelle (41) und eine Abtasteinrichtung (42, 43, 44) aufweist, und durch eine Beobachtungsoptik (33) mit einem Fotodetektor (3), deren Gegenstandsebene in den Schnittbereich von Abtastebene des Lichts und Aerosolstrahlung fällt.



DE 3641716 A1

1. Verfahren zum Untersuchen von Partikeln in einer Strömung, wie zur Filterprüfung gemäß Patentanmeldung P 35 20 256.0, wobei einem Meßvolumen die Strömung mit den Partikeln, insbesondere als Aerosol, zugeführt werden, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömung über das Meßvolumen von einem Lichtstrahl abgetastet und durch beleuchtete Partikel erzeugte Streustrahlen gemessen werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtstrahl des Meßvolumens mit hoher Frequenz abtastet.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Abtastperiode wesentlich kleiner ist, als die Zeit, in die ein Partikel durchschnittliche Geschwindigkeit sich über seinen eigenen Durchmesser hin fortbewegt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Abtastperiode kleiner als ein Drittel der Durchflußzeit eines Teilchens für einen Weg seiner eigenen Stärke ist.
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Partikel im zugeführten und im gefilterten jeweils verdünnten Aerosol gemessen werden.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß nacheinander ungefiltertes und gefiltertes Aerosol mittels der gleichen Meßeinrichtung gemessen werden.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß das von einem Aerosolgenerator erzeugte Aerosol zusätzlich durch Reinluft verdünnt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdünnung über mehrere Stufen erfolgt.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Aerosolaufbereitung in geregelter Weise erfolgt.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 9, wobei mindestens zwei Verdünnungsstufen vorgesehen sind, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teil des Aerosols aus der Meßströmung abgezweigt wird.
11. Vorrichtung zur Untersuchung einer Partikel enthaltenen Strömung, wie einem Aerosol, insbesondere zum Prüfen von Filtern gemäß P 35 20 356.0, gekennzeichnet durch eine Meßzelle (31) für die Strömung mit einer Beleuchtungseinrichtung (41, 42, 43, 44), die eine Lichtquelle (41) und eine Abtasteinrichtung (42, 43, 44) aufweist, und durch eine Beobachtungsoptik (33) mit einem Fotodetektor (3), deren Gegenstandsebene in den Schnittbereich von Abtastebene des Lichts und Aerosolstrahlung fällt.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Abtasteinrichtung eine elektrooptische Abtasteinheit (42, 43, 44) ist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Abtasteinheit einen elektrischen Schwingungserzeuger (43) und einen akustooptischen Deflektor (42) aufweist, die miteinander mechanisch verbunden sind.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen einem Aerosolgenerator (3) und einer Filtereinrichtung

- (20) zur Aufnahme eines zu prüfenden Filters (21) Verdünnungsstrecken (4, 5) zur Verdünnung eines durch den Aerosolgenerator (3) erzeugten Aerosols angeordnet sind.
15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß ein Filter (21) in der Filtereinheit (20) aus dem Strömungsweg entferntbar angeordnet ist.
16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Filtereinheit (20) mindestens zwei Strömungskanäle (24, 25) aufweist, von denen in mindestens einem kein Filter und in mindestens einem anderen ein Filter (21) angeordnet ist.
17. Vorrichtung nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß in Strömungskanälen der Filtereinheit (20) Meßfühler (22) vorgesehen sind.
18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß in einem mit einem Filter (21) versehenen Strömungskanal (24) sowohl vor als auch hinter dem Filter (21) Meßfühler (22) angeordnet sind.
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdünnungsstrecken (4) Injektordüsen aufweisen, mittels der Aerosol und Reinluft miteinander verwirbelt und das Aerosol verdünnt wird.
20. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß in den Reinluftkanälen Regel- und Meßeinrichtungen (8, 13, 9, 14) sowie Filter (11, 12) angeordnet sind.
21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß die dem Fotodetektor (3) zugeordnete Elektronik (36) zwischen einem Integrations- und einem Zählmodus automatisch in Abhängigkeit von der Stellung der Kanäle (24, 25) einer Filtereinheit (20) schaltbar ist.
22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß im Hauptströmungskanal des Aerosols hinter den Verdünnungsstrecken (4, 5) ein Durchflußmesser (38) vorgesehen ist.
23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß Meß- und Steuerungseinrichtung über eine Steuer- und Regelektronik (37) miteinander elektronisch verbunden sind.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Untersuchen in einer Strömung, wie zur Filterprüfung, wobei einem Meßvolumen die Strömung mit den Partikeln, insbesondere als Aerosol, zugeführt werden sowie eine Vorrichtung zur Untersuchung einer Partikel enthaltenen Strömung, wie einem Aerosol, insbesondere zum Prüfen von Filtern gemäß P 35 20 356.0.

Die Untersuchung einer Partikel enthaltenen Strömung, wie eines Aerosol, insbesondere auf Partikeldichte, Größenverteilung etc. ist insbesondere im Zusammenhang mit dem Prüfen von Filtern erforderlich.

Bei einem bekannten Verfahren zum Prüfen von Filtern werden aus der Hauptströmung des Aerosols durch in die Strömungsleitungen vor und hinter dem Filter eingebrachte Probeabzweigleitungen Proben entnommen und beispielsweise mittels einem Kondensationskernzähler die abgesetzten Teilchen subjektiv über eine Vergrößerungsoptik gezählt. Es stellt sich hier das Problem der Probenentnahme, da aus dem Hauptströmungsstrahl nur eine sehr geringe Probe entnommen werden

kann. Würde ein größerer Anteil der Hauptströmung entnommen, so würde dies den zu messenden Filterungsvorgang beeinflussen, andererseits sind insbesondere hinter dem Filter im Hauptstrom so wenig Teilchen, daß bei einer Probeentnahme mittels eines Probe-
 5 Abzweigröhrchens keine zuverlässigen statistischen Untersuchungen mehr vorgenommen werden können, da der Eintritt eines Teilchens in die Abzwegleitung "selten" ist. Es wurde weiterhin schon vorgeschlagen, zur Ermittlung der Ablagerung von Partikeln im Atem-
 10 trakt und/oder zur Überprüfung der Funktion des Atemtraktes Lichtstreuung am In- und Exhalatstrom vorzunehmen (DE-OS 29 38 856).

Zur Verbesserung derartiger Messungen und Vermeidung der genannten Nachteile schlägt die Hauptpa-
 15 tentanmeldung P 35 20 356.0 bei einem Verfahren vor, daß das erzeugte Aerosol verdünnt wird und der Partikelhauptstrahl durch ein ihn durchquerendes Lichtband geringer Stärke beleuchtet und durch beleuchtete Partikel erzeugte Streustrahlen gemessen werden. Eine Vor-
 20 richtung zur Durchführung des Verfahrens sieht vor, daß zwischen einem Aerosolgenerator und einer Filtereinrichtung Verdünnungsstrecken zur Verdünnung des Aerosols angeordnet sind und daß eine Meßzelle in der Aerosolhauptströmung angeordnet ist und eine Be-
 25 leuchtungseinrichtung zur Beleuchtung der Aerosolhauptströmung mit einem Lichtband geringer Stärke aufweist und daß eine Beobachtungsoptik mit einem Fotodetektor vorgesehen ist, deren Gegenstandsebene in den Schnittbereich von Lichtband und Aerosolströmung fällt.

Durch die Aufweitung des Lichtstrahls der Lichtquelle in ein Lichtband, beispielsweise mittels Zylinderlinsen, wird das auf ein Partikel fallende Primärlicht in seiner
 35 Intensität entsprechend geschwächt. Da bei kleinen Teilchen die Streulichtintensität eine Funktion der sechsten Potenz des Teilchendurchmessers ist, müssen zur Untersuchung gegen die Wellenlänge des verwendeten Lichts kleinen Teilchen, Primärlichtquellen mit hohen Intensitäten eingesetzt werden bzw. ergeben sich
 40 bei sehr kleinen Teilchen zu geringe Streuintensitäten. Die Streuintensitäten werden weiterhin durch Interferenzerscheinungen herabgesetzt, die durch die Aufweitung des Lichtbandes mittels der Optik bedingt sind. Aus diesem Grunde ist es wünschenswert, insbesondere
 45 auch bei der Untersuchung von Strömungen mit sehr kleinen Teilchen größere Streulichtintensitäten zu erzielen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Untersuchung von
 50 Partikel enthaltenden Strömungen, wie Aerosolen, insbesondere im Zusammenhang mit der Filterprüfung zu schaffen, die höhere Streulichtintensitäten gewährleisten.

Erfindungsgemäß wird die genannte Aufgabe bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch
 55 gelöst, daß die Strömung über das Meßvolumen von einem Lichtstrahl abgetastet und durch beleuchtete Partikel erzeugte Streustrahlen gemessen werden. Eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist gekennzeichnet durch eine Meßzelle für die Strömung mit einer Beleuchtungseinrichtung, die eine Lichtquelle und eine Abtasteinrichtung aufweist, und durch eine Beob-
 60 achtungsoptik mit einem Fotodetektor, deren Gegenstandsebene in den Schnittbereich von Abtastebene des Lichts und Aerosolstrahlung fällt. Durch die Erfindung wird zunächst erreicht, daß Interferenzerscheinungen nicht mehr auftreten. Weiterhin kann die gesamte Inten-

sität des Lichts auf ein enges Streuvolumen fokussiert werden, so daß keine Schwächung des Primärlichtstrahles gegeben ist; auch dies trägt zur Erhöhung der Inten-
 5 sität des Streulichtes bei.

Durch die Erfindung wird weiterhin erreicht, daß eine Partikelgrößen-Analyse durchgeführt werden kann.

In bevorzugter Ausgestaltung ist weiterhin vorgesehen, daß der Lichtstrahl des Meßvolumens mit hoher Frequenz abtastet, wobei insbesondere die Abtastperiode kleiner als ein Drittel der Durchflußzeit eines Teil-
 10 chens für einen Weg seiner eigenen Stärke ist.

Während grundsätzlich die Abtastung in unterschiedlicher Weise, beispielsweise mittels eines sich drehenden Polygonspiegels erfolgen kann, sieht eine bevorzugte
 15 Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung vor, daß die Abtasteinrichtung eine elektrooptische Abtasteinheit ist und insbesondere, daß die Abtasteinheit einen elektrischen Schwingungserzeuger und einen akustooptischen Deflektor aufweist, die miteinander mechanisch
 20 verbunden sind. Hierdurch können hohe Abtastfrequenzen bis zu 1 MHz erreicht werden, wobei aber die Abtastung üblicherweise mit einer maximalen Abtastfrequenz von wenigen hundert Kiloherz, beispielsweise 250 KHz durchgeführt wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann insbesondere derart weitergebildet werden, daß die Partikel im zugeführten und im gefilterten jeweils verdünnten Aerosol
 25 gemessen werden, wobei die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens derart ausgebildet ist, daß zwischen einem Aerosolgenerator und einer Filtereinrichtung zur Aufnahme eines zu prüfenden Filters Verdünnungsstrecken zur Verdünnung eines durch den Aero-
 30 solgenerator erzeugten Aerosols angeordnet sind.

Hierdurch wird zunächst in effektiver Weise die
 35 grundsätzlich zu hohe Konzentration herkömmlicher Aerosolgeneratoren, die auch nicht ohne weiteres geändert werden können, effektiv herabgesetzt, wodurch eine Agglomeration der Aerosolpartikel vermieden wird. Dies geschieht vorzugsweise in einer oder mehrerer
 40 Verdünnungsstrecken mittels einer Injektordüse, die Reinfluft und Aerosol verwirbelt, so daß ein homogenes verdünntes Aerosol erzeugt wird. Die Regelung der Verdünnung erfolgt über eine Regel- und Steuereinheit. Das Aerosol ist vorzugsweise elektrisch weitgehend un-
 45 geladen, da dann der Abscheidegrad geringer ist und genauere Messungen möglich sind. Grundsätzlich könnte die Partikelkonzentration vor und hinter dem Filter gemessen werden, wozu zwei Meßzellen erforderlich
 50 sind. Gemäß einer bevorzugten konstruktiv einfachen Ausgestaltung ist aber vorgesehen, daß nacheinander ungefiltertes und gefiltertes Aerosol mittels der gleichen Meßeinrichtung gemessen wird bzw. daß ein Filter in der Filtereinheit aus dem Strömungsweg entfernbar
 55 angeordnet ist. Hierdurch wird nur eine Meßeinheit benötigt. Bevorzugte Ausgestaltungen ermöglichen einen bequemen Filterwechsel ohne großen Aufwand. Da weiterhin bei Messungen mit und ohne Filter die Teilchenkonzentration über 10er Potenzen unterschiedlich sind und bei Messung mit Filter nur einzelne Streuimpulse auftreten, während bei Messung ohne Filter eine intensive Streustrahlung, die auch von mehreren Teil-
 60 chen herrühren kann, vorhanden ist, ist in weiterer Ausgestaltung vorgesehen, daß die Verarbeitungselektronik der Meßergebnisse des Fotodetektors der Meßzelle in Abhängigkeit davon, ob in der Aerosolströmung ein Filter eingebaut oder nicht eingebracht ist, automatisch umschaltbar ist. Der Abfluß des Aerosols erfolgt über einen Durchflußmesser, der die Regelung der Verdün-

nung über die Steuer- und Regeleinheit unterstützt.

Gegenüber dem bekannten Prüfen von Filtern weist die Erfindung den großen Vorteil auf, daß keine Probe mehr entnommen werden muß, die entweder die Messung selbst verfälscht, oder aufgrund zu geringer Teilchenzahl insbesondere bei der Probenentnahme hinter dem Filter keine verwertbare Statistik liefert. Durch das erfindungsgemäße Vorgehen kann eine Messung im Hauptstrahl über einen beträchtlichen Querschnittsanteil desselben vorgenommen werden. Es wird eine berührungslose Messung im Hauptstrom vorgenommen. Weiterhin wird durch die Verwendung einer Meßzelle erreicht, daß systematische Fehler, die sowohl bei der Messung der Partikelkonzentration ohne Filter als auch nach eingebrachten Filter auftreten, sich herausdividieren, das Meßergebnis also nicht verfälschen. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und der erfindungsgemäßen Vorrichtung, können höchst feine Filter mit einem Abscheidegrad einer Größenordnung von 99,9999% oder besser geprüft werden. Derartige Filter werden eingesetzt in Klimaanlage, bei Reinräumen, in sogenannten Flow-Boxen, d.h. Arbeitsplätzen, deren Luft einen hohen Reinheitsgrad aufweisen muß. Wenn das Meßsignal vom Detektor einem Impulshöhenanalysator zugeführt wird, ist eine Teilchengrößenbestimmung und damit Kalibrierung bzw. Eichung der Vorrichtung möglich.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen und aus der nachfolgenden Beschreibung, in der ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnung im einzelnen erläutert ist. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung des Ausführungsbeispiels der Erfindung;

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Filtereinheit; und

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Meßzelle.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 in der in Fig. 1 dargestellten Form einer Vorrichtung zum Prüfen von Filtern bzw. eines Filterprüfstandes weist zunächst eine Einheit zur Aerosolaufbereitung 2 auf, der ein relativ hoch konzentriertes Aerosol von einem herkömmlichen Aerosolgenerator 3 zugeführt wird. Die Einheit zur Aerosolaufbereitung 2 weist zwei Verdünnerstrecken 4, 5 auf, in denen das Aerosol mit Frischluft gemischt und verdünnt wird. Hierzu wird Luft über Einlässe 6, 7 die mit Regelventilen 8, 9 versehen sind, zugeführt. Den Regelventilen 8, 9 sind Filter 11, 12 und Durchflußmesser 13, 14 nachgeordnet. Die Mischung und Verdünnung des Aerosols erfolgt in den Verdünnungsstrecken 4, 5 durch Durchfluß- oder Injektormischer. Da aufgrund der Verdünnung die gesamte Aerosolmenge zu groß werden kann, kann ein Teil über einen Abzweig 16 als Abluft abgeführt werden. Dies geschieht vorzugsweise hinter einer ersten Verdünnungsstrecke und vor einer weiteren Verdünnungsstrecke. Das so aufbereitete Aerosol tritt dann in eine Filtereinheit 20, die neben einem Filter 21, der schematisch angegeben ist, Meßfühler 22 (Fig. 2) und eine Seselektronik 23 zur Umwandlung der Meßsignale in elektrische Signale aufweist, so daß beispielsweise Druck, Feuchte, Temperatur, bei eingeschaltetem Filter 21 vor und hinter dem Filter gemessen sowie die Druckdifferenz über den Filter bestimmt und die gewonnenen Werte zur Steuerung der Vorrichtung bzw. zur Beurteilung des Filters verwendet werden können. Die Filterzelle weist vorzugsweise zwei Durchflußkanäle 24, 25 auf, von denen (hier 24) der Filter 21 auswechselbar einbringbar sind. Die Durch-

flußkanäle 24, 25 liegen symmetrisch zu einer Drehachse 26, über die die Filtereinheit 20 verschwenkt werden kann, so daß entweder der Kanal 24 oder der Kanal 25 in den Strömungsweg 27 des Aerosols eingebracht werden kann. Es kann auch vorgesehen sein, daß in der Filtereinheit 20 auch in den Kanal 25 Filter eingebracht werden können. In diesem Falle kann der Kanal 25 zunächst zur Messung ohne Filter eingesetzt werden, anschließend wird der Kanal 24 in den Aerosolweg 27 verschwenkt, während der Messung ein Filter in den Kanal 25 eingebracht, anschließend dieser wieder in den Durchflußweg 27 eingeschwenkt und während der Messung beispielsweise ein andersartiger Filter in den Kanal 24 eingebracht usw. Die Filtereinheit 20 könnte auch mehrere symmetrisch in die Achse 26 verteilten Kanäle aufweisen, in die Filter 21 einbringbar sind.

Der Aerosolstrahl gelangt nach der Filtereinheit 20 in die Meßzelle 31 einer Meßeinheit 30. In der Meßzelle wird die Aerosolströmung 27 durch einen Lichtstrahl 32 beleuchtet. Der Laserstrahl selbst ist vor der Ablenkung auf einen geringen Querschnitt parallelisiert.

Der von einem Laser 41 ausgesandte Lichtstrahl 32 wird von einem akustooptischen Deflektor 42 wiederholt mit einer gewünschten Abtastfrequenz über die Breite des Aerosolstrahls 27 geführt. Hierzu sitzt an einer Seite des akustooptischen Deflektors 42 ein piezoelektrischer Kristall 43, der von einer Steuereinheit 44 mit einem durchstimmbaren Oszillator beaufschlagt wird. Die im piezoelektrischen Kristall 43 erzeugten Schwingungen werden in den akustooptischen Deflektor 42 eingekoppelt und führen dort zu einem Gitter unterschiedlicher Dichte und damit unterschiedlicher Brechung in der an dem der Lichtstrahl 42 mittels Bragg-Beugung abgelenkt wird. Durch Frequenz-Modulation kann der Ablenkwinkel verändert und damit eine Abtastung über die gesamte Breite des Aerosolstrahls 27 bewirkt werden. Die Abtastung erfolgt mit geeigneter oder gewünschter, gegebenenfalls hoher Abtastfrequenz. Durch das vorstehend beschriebene erfindungsgemäße Vorgehen wird erreicht, daß eine hohe Lichtintensität zur Verfügung steht und damit insbesondere auch das Streulicht noch eine hinreichende Intensität aufweist. Dies ist insbesondere wichtig bei sehr kleinen Teilchen, da die Streulichtintensität mit kleineren Teilchendurchmesser stark reduziert wird, so daß zur Erzielung hinreichenden Streulichts eine hohe Intensität des Primärlichts erforderlich. Auch kann durch die Abtastung eine Partikelgrößenanalyse, insbesondere hinsichtlich der Größenverteilung über die Breite des Meßkanals vorgenommen werden.

Es ist weiterhin eine Beobachtungsoptik 33 vorgesehen, mit der der Schnittbereich von Lichtstrahl 32 und Aerosolströmung 27 beobachtet wird. Die Beobachtungseinrichtung weist einen Fotodetektor 3, beispielsweise in Form eines Fotomultipliers auf, mit dem durch Partikel des Aerosols bewirkte Streuimpulse oder Streustrahlung gemessen wird. Bei hoher Streudichte kann dabei eine integrale Messung erfolgen, während bei geringer Streudichte die einzelnen Streuimpulse in einem Zähler 36 gezählt werden. Zur Steuerung und Regelung der erfindungsgemäßen Vorrichtung, ist eine Steuer- und Regeleinheit 37 vorgesehen. In der Fig. 1 bezeichnen durchgezogene Striche Leitungen für Luft oder Aerosol, während gestrichelte Striche Steuer- und Regelleitungen andeuten.

Bei der Erfindung wird zunächst in einem Aerosolgenerator 3 ein monodisperses Aerosol elektrisch ungeladener Feststoff oder Flüssigkeitsteilchen erzeugt. Die

Teilchengröße ist dabei veränderbar. Der Aerosolgenerator 3 erzeugt aber eine sehr hohe Teilchenkonzentration im Aerosol, die zumindestens grundsätzlich nicht veränderbar ist. Zur Messung sind um mehrere Größenordnungen geringere Teilchenkonzentrationen erforderlich. Demgemäß wird erfindungsgemäß das vom Aerosolgenerator 3 erzeugte Aerosol in Verdünnungsstrecken 4, 5 die Injektordüsen aufweisen, verwirbelt und verdünnt. Nach der Verdünnungsstrecke 3 wird, soweit die Gesamtmenge des Aerosols zu groß geworden ist, ein Teil der Abluft zugeführt. Die Durchflußmenge der gemessenen Luft wird in einen Durchflußmesser 38 festgestellt, so daß der Durchfluß bekannt ist. Über Durchflußmesser 13, 14 wird der Durchfluß der Reinluft gemessen und aufgrund dieser Werte über Regler 8, 9 gemessen, so daß sowohl die Gesamtmenge des Durchflusses durch den Filter als auch der Verdünnungsoder Konzentrationsgrad geregelt werden kann. Die Reinluftzufuhr geschieht dabei über Filter 11, 12 die verhindern, daß Fremtteilchen aus der Umgebung mit angesaugt und dem zu untersuchenden Filter zugeführt werden. Das aufbereitete und verdünnte Aerosol wird zunächst durch die Filtereinheit 20 geschickt, ohne daß ein Filter im Strömungsweg angeordnet ist. In dieser Weise kann zunächst die Konzentration in der ungefilterten Strömung gemessen werden. Anschließend wird ein Filter in die Strömung eingebracht, wodurch in der Meßzelle die Partikelkonzentration in der gefilterten Luft gemessen wird. In der Meßzelle wird die Partikelkonzentration im Aerosol in einer durch einen Lichtstrahl beleuchteten Ebene begrenzter Stärke durch Streuung mittels eines Fotodetektors gemessen. Die Abtastebene des Lichtstrahls innerhalb des Aerosolkanals ist gleichzeitig Gegenstandsebene eines Mikroskopobjektives, das die im schmalen Lichtstrahl beleuchteten und angeregten Partikel in der Ebene einer Gesichtsfeldblende scharf abbildet, so daß Streulichtsignale identischer Partikel auch in gleichgroße Meßsignale umgewandelt werden. Es wird ein ausreichend großer Anteil von ca. 50% des Querschnitts der Aerosolströmung beobachtet. Wenn die Messung ohne Filter vorgenommen wird, so erzeugt der Fotodetektor, beispielsweise ein Fotomultiplier, einen kontinuierlichen Fotostrom, der integral verarbeitet wird, während bei Einbringung eines Filters die Partikelkonzentration und Größenordnung geringer ist und einzelne Stromimpulse erzeugt werden, die am elektronischen Zähler oder einem Vielkanal Impulshöhenanalysator zugeführt werden, wobei im letzteren Falle eine Teilchengrößenbestimmung und Kalibrierung vorgenommen werden kann. Aus der Meßzelle tritt die Luft dann über die Durchflußmeßeinrichtung 38 ins Freie aus.

55

60

65

- Leerseite -

THIS PAGE BLANK (USPTO)

3641716

Nummer:
Int. Cl.4:
Anmeldetag:
Offenlegungstag:

36 41 716
G 01 N 21/53
6. Dezember 1986
16. Juni 1988

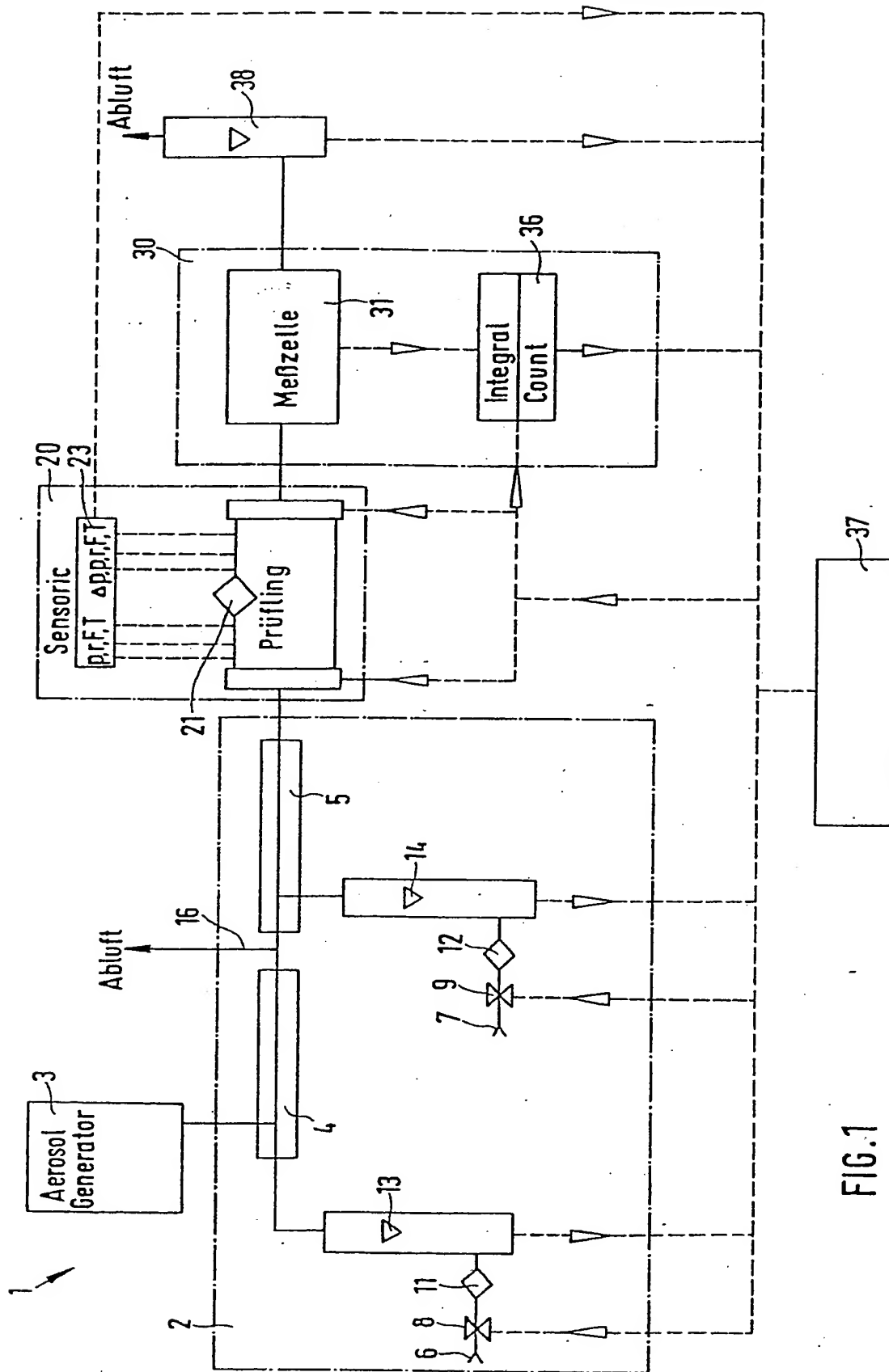


FIG.1

NACHDRUCK

FIG. 2

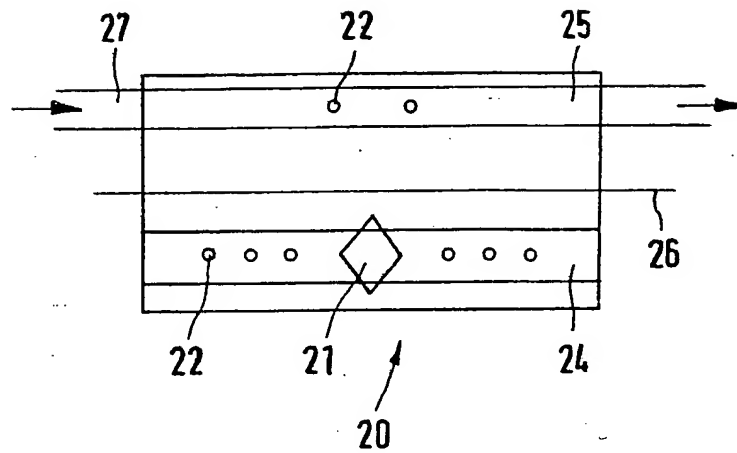


FIG. 3

